

## GYEPREKONSTRUKCIÓ NAPRAFORGÓ- ÉS GABONATÁBLÁK HELYÉN ALACSONY DIVERZITÁSÚ MAGKEVERÉK VETÉSÉVEL

VALKÓ Orsolya<sup>1</sup>, VIDA Enikő<sup>1</sup>, KELEMEN András<sup>1</sup>, TÖRÖK Péter<sup>1</sup>, DEÁK Balázs<sup>2</sup>,  
MIGLÉCZ Tamás<sup>1</sup>, LENGYEL Szabolcs<sup>1</sup>, TÓTHMÉRÉSZ Béla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DE TTK Ökológiai Tanszék, 4010 Debrecen, Pf. 71.

<sup>2</sup>Hortobágyi Nemzeti Park Igazgatóság, 4024 Debrecen, Sumen út 2.

**Kulcsszavak:** Egyek-Pusztaköcs, gyepesítés, gyomok visszaszorítása, lőszgyepek, szikes gyepek, gyep-rekonstrukció, *Cirsium arvense*

**Összefoglalás:** Vizsgálatunkban napraforgó- és gabonatóblák helyén végzett magvetéses gyeprekonstrukció sikerességét vizsgáltuk a Hortobágyi Nemzeti Park területén. Az alkalmazott magkeverékeket 2, illetve 3 évelő fűfaj magjai alkották (szik magkeverék: *Festuca pseudovina*, *Poa angustifolia*, lősz magkeverék: *Festuca rupicola*, *Poa angustifolia*, *Bromus inermis*). A gyepesítési program során az egykori szikes- (*Achilleo setaceae* - *Festucetum pseudovinae*) és lőszgyepek (*Salvio nemorosae* - *Festucetum rupicolae*) helyreállítását tűztük ki célul. A gyepesített szántókat évente egyszer kaszálták. Tíz gyepesített szántón, szántónként négy darab 1 m<sup>2</sup>-es állandó kvadrátban, kaszálás előtt rögzítettük a növényfajok százalékos borítását. A kvadrátok közelében szántónként tíz földfelszín feletti fitomassza mintát vettünk 2006 és 2009 között minden év júniusában. Az alábbi kérdésekre kerestük a választ: (i) Milyen hatással van az alacsony diverzitású magkeverék vetése a rövid életű gyomok tömegességére? (ii) Milyen gyors a vetett fűfajokból álló évelő gyp kialakulása az alacsony diverzitású magkeverék vetését követően? (iii) Milyen hatással van a magvetés a korai stádiumokra jellemző növényközösségek fitomasszájára?

A gyepesítést követő évben rövid életű gyomokból álló vegetáció jellemezte a gyepesített szántókat. Már a második évben létrejött egy zárt, vetett évelő fűfajok által dominált gyp és megindult a referencia gyepekre jellemző fajok betelepülése. A második és harmadik évben a gyomfajok borítása és fajszáma jelentősen csökkent. Számos gyepesített szántón azonban jelentős borítással volt jelen az évelő *Cirsium arvense* még a harmadik évben is. A vetett fűvek fitomasszája és az avar mennyisége a gyepesítést követő harmadik évben szignifikánsan nagyobb volt, mint a gyepesítést követő évben. A kétszikűek fitomasszája az első évhez képest a harmadik évben szignifikánsan alacsonyabb volt, ami főként a rövidéletű kétszikű gyomok visszaszorulásának köszönhető. Eredményeink azt mutatják, hogy az alacsony diverzitású magkeverékek vetése hatékony a rövid életű gyomok visszaszorításában. Azokban az esetekben, ahol a *Cirsium arvense* jelentős borítással fordul elő további, kiegészítő kezelések szükségesek az évelő gyom visszaszorításához (évi többszöri kaszálás, korai kaszálás).

### Bevezetés

A gyeprekonstrukciós beavatkozások sikerességét növelhetjük azáltal, hogy célfajok propagulumait juttatjuk a helyreállítani kívánt területre. Ez legtöbbször magkeverékek vetésével történik (LUKEN 1990, PAKEMAN et al. 2002). A magvetéses gyepesítéshez alacsony és magas diverzitású magkeverékeket használnak (VIDA et al. 2008). Az alacsony diverzitású magkeverékek mindössze 2–8 fajból állnak (MANCHESTER et al. 1999, PYWELL et al. 2002, LEPS et al. 2007, TÖRÖK et al. 2010). Az ilyen típusú keverékekben általában a helyreállítani kívánt társulás gyakori, évelő fűfajai találhatók. Magas diverzitású magkeverék összeállításához ennél több fajt használnak; néha 40 faj magját is felhasználják (PYWELL et al. 2002, WARREN et al. 2002, FOSTER et al. 2007, JONGEPIEROVÁ et al. 2007). A közelmúltban publikált magvetéses gyepesítések többségében magas diverzitású magkeveréket használtak. A diverzebb magkeverékek vetése azzal az előnnyel jár,

hogy sok célfaj propaguluma juttatható be már a vetés során a területre (MANCHESTER et al. 1999, VAN DER PUTTEN et al. 2000, PIPER et al. 2007, JONGEPIEROVÁ et al. 2007). A vizsgálati eredmények azonban nem szólnak egyértelműen a diverz magkeverék mellett (LEPŠ et al. 2007). A diverzebb magkeverék gyakoribb alkalmazásának minden bizonnyal az is az oka, hogy a magvetéses gyepesítéssel foglalkozó vizsgálatok nagy részét kis területen végezték (néhány m<sup>2</sup>-től néhány ha-ig). Ebben a léptékben a sokfajos magkeverék alkalmazása nem növeli meg jelentősen a gyepesítési költségeket. Ezzel szemben több tíz hektáros terület gyepesítésekor már jelentős költségtöbblet jelentkezik a magas diverzitású keverékek alkalmazásakor. Az is komoly gondot jelent, hogy az ilyen magkeverékhez szükséges fajok magjait általában nem lehet egyazon időpontban begyűjteni, így akár egy teljes évig is eltarthat a megfelelő keverék összeállítása, ha a természetes magforrásokra támaszkodunk. Amennyiben a magokat kereskedelmi forgalomból próbáljuk beszerezni, akkor azzal szembesülhetünk, hogy sok faj magja nehezen vagy nem beszerezhető, illetve ha beszerezhető, akkor igen drága (BOSSHARD 1999). A megvásárolható magkeverékekben általában nem az adott térségre jellemző termőhelyi viszonyokhoz és klímához adaptálódott, gyakran nyugat-európai forrásból származó magok találhatók. Az eltérő magméretű fajokból álló magkeverékek gépi vetése szintén további problémát jelenthet. A nagy területen történő kézi vetés pedig nehezen kivitelezhető, illetve gyakran további költségnövekedést okoz és megbízhatósága is kérdéses.

Az alacsony diverzitású magkeverékhez kevesebb faj magját kell begyűjteni, ami megkönnyíti a keverék összeállítását és lerövidíti a keverék összeállításához szükséges időt. A módszer további előnyei, hogy (i) a magkeverék összeállításához szükséges fajok általában a degradáltabb gyepekben is megtalálhatók, így nagy mennyiségű mag nyerhető olyan területeken is, ahol a jobb állapotú gyepek területe csekély. (ii) A magaratás egy időpontban történhet és a betakarított mag kezelése, tisztítása és tárolása egyszerű. (iii) Az ilyen jellegű magkeverékek vetését a mezőgazdaságban használt géppark segítségével el lehet végezni. A legtöbb magvetéses gyepesítési vizsgálat kevés ismétléssel (1-2 terület), kis léptékű, azaz néhány tíz négyzetmétertől néhány hektárig terjedő gyepesítések eredményességét értékeli (VIDA et al. 2008). Kevés az olyan vizsgálat, amely nagy térbeli ismétlésszámmal, nagy területen végzett gyepesítési munkálatok, beavatkozások sikerességét vizsgálja (WAGNER et al. 2008, TÖRÖK et al. 2010).

Munkánkban korábbi napraforgó- és gabonatóblák helyén végzett magvetéses gyepesítéseket vizsgáltunk. Az alábbi kérdésekre kerestük a választ: (i) Milyen hatással van az alacsony diverzitású magkeverék vetése a rövid életű gyomok tömegességére? (ii) Milyen gyors a vetett fűfajokból álló évelő gyepek kialakulása az alacsony diverzitású magkeverék vetését követően? (iii) Milyen hatással van a magvetés a korai stádiumokra jellemző növényközösségek fitomasszájára?

## Anyag és módszer

### A mintaterület jellemzése

A Nagyunság keleti peremén elhelyezkedő Egyek-Pusztakócsi mocsárrendszer (EOV 790600 249800) Tiszafüred és Egyek községek közigazgatási határában található. A mintegy 4000 ha-os terület a Hortobágyi Nemzeti Park része, átlagos tengerszint

feletti magassága 88–92 m. A területen az évi középhőmérséklet 9,5°C, az éves csapadékmennyiség átlagosan 550 mm. Az átlagos évi csapadék-maximum júniusra esik (73 mm; Tiszaörs, MOLNÁR 2004). A mocsárrendszer rehabilitációja 1976-ban kezdődött, melynek elsődleges célja a mocsarak optimális vízutánpótlásának biztosítása és az eutrofizálódás lassítása volt. A hosszútávú táj-rehabilitációs program sikere érdekében elengedhetetlen volt a mocsarak között húzódó magasabb térszíneken nagy kiterjedésben megtalálható szántóterületek helyén a korábban jellemző gyepterületek visszaállítása. Így a tájrehabilitáció második lépéseként 2005-ben Európai Unió támogatással egy gyeprekonstrukciós program indult (LIFE 04 NAT/HU/119). Ennek keretében közel 760 ha korábbi szántóterület gyepesítése valósult meg, amely ismereteink szerint az eddigi legnagyobb területű gyepesítési program Európában. A gyepesítési program során az egykori szikes gyepek (*Achilleo setaceae* - *Festucetum pseudovinae*) és löszgyepek (*Salvio nemorosae* - *Festucetum rupicolae*) helyreállítását tűzték ki célul.

### Alkalmazott magkeverékek és vetés

A gyepesítés során kétféle magkeveréket használtunk: szikes- és löszgyepi vázfajokat tartalmazó alacsony diverzitású magkeveréket. A helyreállítani kívánt gyepek természetközeli állapotú állományainak elhelyezkedését alapul véve szik magkeveréket a 90 m tengerszint fölötti magasságnál alacsonyabban, míg lösz magkeveréket 90 m tengerszint fölötti magasságnál magasabban fekvő térszínre vetettünk. A szik magkeveréket *Festuca pseudovina* és *Poa angustifolia* magjai alkották, míg a lösz magkeverékben *Festuca rupicola*, *Poa angustifolia* és *Bromus inermis* magjai voltak. A magkeverékek összeállításának körülményeit, a fajok arányait és a vetést DEÁK et al. (2008) cikke részletesen ismerteti. A területeket évi egyszeri kaszálással kezeltük. A kaszálás jellemzően június első és második dekádjában (túlnyomóan június 10 után) dobkaszával történt, minden esetben az adott területen jellemző gyomok magérlelése előtt.

Munkánk során 10 korábbi napraforgó- és gabonátábla helyén (összesen mintegy 110 ha területen) alacsony diverzitású magkeverékekkel történt gyepesítések korai vegetációfejlődését vizsgáltuk. A magvetésre (25 kg/ha) talaj előkészítést követően, négy szántó esetében 2005, hat szántó esetében pedig 2006 októberében került sor. Hét szántón szik magkeveréket (a továbbiakban Sz1-Sz7 területek), míg három szántón lösz magkeveréket (a továbbiakban L1-L3 területek) vetettünk. Cikkünkben a vetést követő első három év vegetációfejlődését vizsgáltuk (2006–2008, illetve 2007–2009).

### Mintavétel

Minden gyepesített szántón egy 25 m<sup>2</sup>-es random mintavételi parcellát jelöltünk ki, melyen belül 4 db, egyenként 1 m<sup>2</sup>-es állandó kvadrátban a gyepesítést követő három évben, június elején rögzítettük a növényfajok százalékos borítás értékeit. Referencia gyepeink jó állapotú szikes gyepek (*Achilleo setaceae*-*Festucetum pseudovinae*) illetve kevésbé degradált, a táji környezetre jellemző útszéli löszmezsgyék (*Salvio nemorosae*-*Festucetum rupicolae*, *Bromus inermis* dominanciával) voltak. A referencia gyepek három-három állományában, területenként 4 db 1 m<sup>2</sup>-es kvadrátban rögzítettük a fajok százalékos bori-tási értékeit 2008 júniusában. A gyepesített szántókon minden évben, kaszálás előtt (június közepe), mintavételi helyenként 10 db, 20×20 cm-es földfelszín feletti fitomassza mintát vettünk. A fitomassza mintákat tömegállandóságig szárítottuk

(25°C, két hét), majd szétválogattuk avar, egyszikű (*Poaceae*, *Cyperaceae*) és kétszikű frakciókra. Az egyszikűeket tovább válogattuk vetett és nem vetett csoportokra. A minták száraz tömegét 0,01 g-os pontossággal mértük.

### Adatfeldolgozás

A fajokat a Raunkiaer-féle életforma kategóriák alapján az alábbi kategóriákba soroltuk: *rövid életű fajok* (therophytonok és hemitherophytonok), és *évelők* (hemikryptophytonok, geophytonok és chamaephytonok). A fitomassza tömegek átlagait ANOVA segítségével vetettük össze. A szignifikánsan különböző csoportok kiválasztásánál Student-Newman-Keuls tesztet használtunk ( $p < 0,05$ ). Az egyes fitomassza frakciók közötti korrelációt Spearman-féle nemparaméteres rangkorrelációval vizsgáltuk (ZAR 1999). A gyepesítések és a referencia területek vegetációjának összevetéséhez borítás adatokon alapuló DCA ordinációt használtunk (LEGENDRE és LEGENDRE 1998).

## Eredmények

### Fajösszetétel és borítás

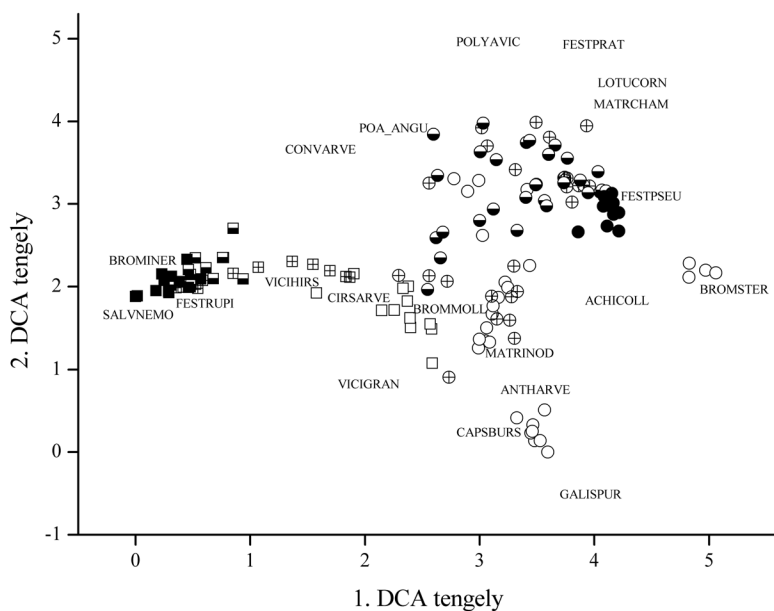
A három év során a vizsgált gyepesített szántók kvadrátjaiban összesen 103 edényes növényfaj fordult elő, ebből 25 egyszikű, 78 pedig kétszikű volt. Az átlagos fajszám a gyepesítést követő első évben volt a legmagasabb (átlag $\pm$ SE, 16,3 $\pm$ 0,7). Ez az érték a második évben csökkent (10,2 $\pm$ 0,5), majd a harmadik évben további csökkenését tapasztaltuk (7,4 $\pm$ 0,3). A rövid életű kétszikű csoport fajszámának csökkenése szintén jelentős volt az egyes évek között: az első évben 10,5 $\pm$ 0,5, a második évben 4,8 $\pm$ 0,5, míg a harmadik évben 2,4 $\pm$ 0,2 értékeket detektáltunk.

Az első évben a fajok túlnyomó többsége minden területen rövidéletű gyom volt. Nagy borítással fordult elő a *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Consolida regalis*, *Lamium amplexicaule* és a *Matricaria inodora*. A második és harmadik évben a rövid életű kétszikű fajok borítása csökkent. Csak a *Vicia hirsuta* fordult elő jelentős mennyiségben a második és harmadik évben is a gyepesített területeken. Az évelő kétszikű gyomfajok közül a gyepesítést követő évben a mezei aszatnak (*Cirsium arvense*) alacsony volt a borítása az összes szik és két lösz magkeverékkel gyepesített területen. Azonban az egyik lösz magkeverékkel gyepesített szántón (L3) már az első évben 50%-os átlagborítással fordult elő. A harmadik évben a faj jelentős borítással volt jelen három szik (23%, 40% és 42,5%) és az L3 jelű lösz (21,3%) magkeverékkel gyepesített területen.

A vetett fűfajok borítása a gyepesítést követő első évben minden területen alacsony volt; általában kisebb, mint 10%. A második évben, magkeveréktől függetlenül, a vetett fűfajok borítása jelentősen megnőtt (átlagosan 50-55%). A második évtől kezdve a vetett *Festuca* fajok érték el a legnagyobb borítást mindkét magkeverék esetében (átlagosan mintegy 30-45%). A lösz magkeverékkel gyepesített területeken vetett *Bromus inermis* borításértékei évről évre növekedtek (átlagosan mintegy 5%-ról, 35, majd 55%-ra). A *Poa angustifolia* a többi vetett fűnél jóval kisebb arányban volt jelen mind a lösz mind a szik magkeverékkel gyepesített szántókon (átlagos borítása semelyik évben és semelyik szántó esetében sem haladta meg a 20%-ot).

A referencia gyepekre jellemző kísérő fajok kis borítással a harmadik évre minden területen megjelentek. A szik magkeverékkel gyepesített szántókon megtaláltunk több, a referencia gyepekre jellemző fajt, mint az *Achillea collina*, *A. setacea*, *Alopecurus pratensis*, *Trifolium angulatum*. A lösz magkeverékkel gyepesített területeken megjelentek a referencia gyepekre jellemző herefajok is (*Trifolium angulatum*, *T. arvense*, *T. campestre* és *T. striatum*).

A sokváltozós statisztikai elemzés azt mutatja, hogy a gyepesített területeken a vegetációfejlődés iránya, magkeveréktől függetlenül, a referencia-gyepek irányába mutatott (1. ábra). A hároméves gyepesítések felvételeinek pontfelhői részben át is fednek a referencia gyepek pontfelhőivel. A két- és hároméves gyepesített szántók pontfelhői sokkal kisebb területűek, mint az egyéves gyepesített szántók pontfelhői, ami a fajkészlet homogenizálódására utal. A két eltérő magkeverékkel történt gyepesítés pontfelhői a három év során egyre távolabb kerültek egymástól, mivel a gyomok mennyisége csökkent és egyúttal a referencia gyepekre jellemző fajok száma növekedett.

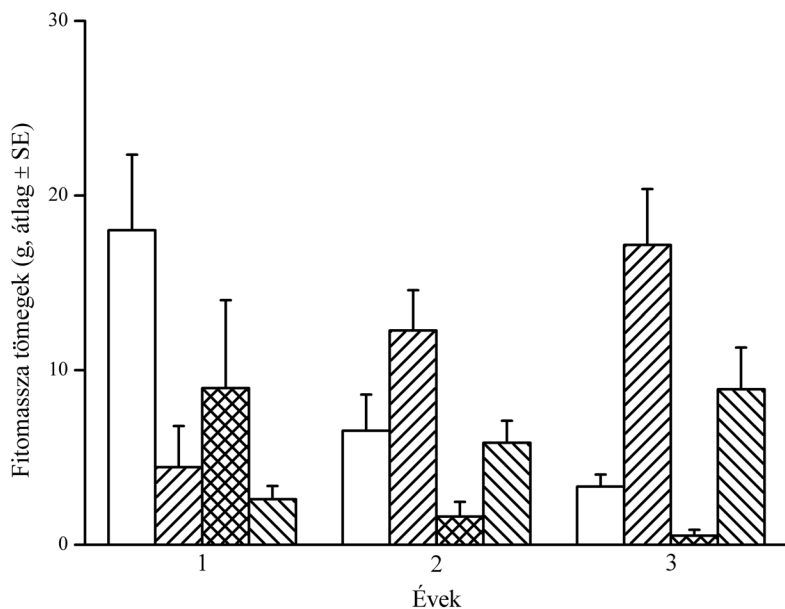


1. ábra A gyepesített szántók illetve a szikes és lösz referencia gyepek felvételeinek borítás értékein alapuló DCA ordináció. Jelmagyarázat: ○: 1 éves, ⊕: 2 éves és ●: 3 éves szik magkeverékkel gyepesített szántók; ●: szikes gyepek; □: 1 éves, ⊞: 2 éves és ■: 3 éves lösz magkeverékkel gyepesített szántók; ■: löszgyep. A fajnevek 8 betűs rövidítéseit a genus illetve a species név első 4-4 betűjéből képeztük.

Figure 1. DCA ordination based on percentage cover datasets of the restored fields and the target grasslands. Legend: ○: 1-year-old, ⊕: 2-year-old and ●: 3-year-old fields sown with alkali seed mixture; ●: alkali grassland; □: 1-year-old, ⊞: 2-year-old and ■: 3-year-old fields sown with loess seed mixture; ■: loess grassland. Abbreviations of species names contain the first 4 letter of the genus and species name.

### Fitomassza

A vetett fűvek fitomasszája a harmadik évre szinte minden gyepesített szántón szignifikánsan növekedett (6 szik és 3 lősz magkeverékkel gyepesített szántón, Friedman RM ANOVA,  $p < 0,05$ , 2.a és 2.b ábra). A nem vetett egyszikűek fitomasszájának változásában nem tapasztaltunk egyértelmű trendeket (2.a és 2.b ábra). A harmadik évre a nem vetett egyszikűek tömege a területek többségén (hat szik és minden lősz magkeverékkel gyepesített szántón) jelentősen csökkent. Az avar mennyisége a területek többségén (5 szik és 2 lősz magkeverékkel gyepesített szántón) a harmadik évre szignifikánsan megnőtt (Friedman RM ANOVA,  $p < 0,05$ , 2.a és 2.b ábra). A területek többségén a kétszikű frakció tömege a gyepesítést követő harmadik évben szignifikánsan kisebb volt, mint az első évben (hat szik és minden lősz magkeverékkel gyepesített szántón) (Friedman RM ANOVA,  $p < 0,05$ , 2.a és 2.b ábra). A kétszikű fitomassza tömege a gyepesített szántók többségén negatívan korrelált a vetett egyszikűek és az avar tömegével (Spearman-féle nem parametrikus rangkorreláció,  $p < 0,05$ ; 1. táblázat).











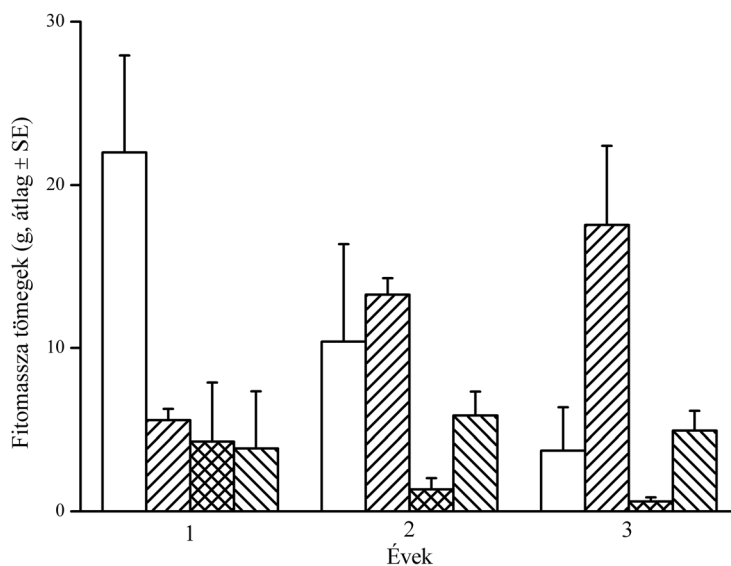
2.a ábra A szik magkeverékkel gyepesített szántók fitomassza tömegei (a 20×20 cm-es mintavételi négyzetek alapján). Jelmagyarázat: Kétszikű - ; Vetett egyszikű - ; Nem vetett egyszikű - ; Avar - .

Figure 2.a. Biomass data of the fields sown with alkali seed mixture (based on the 20×20 cm samples). Legend: Herbs - ; Sown graminoids - ; Non-sown graminoids - ; Litter - .











2.b ábra A lösz magkeverékkel gyepesített szántók fitomassza tömegei (a 20×20 cm-es mintavételi négyzetek alapján). Jelmagyarázat: Kétszikű - ; Vetett egyszikű - ; Nem vetett egyszikű - ; Avar - .

Figure 2.b. Biomass data of the fields sown with loess seed mixture (based on the 20×20 cm samples). Legend: Herbs - ; Sown graminoids - ; Non-sown graminoids - ; Litter - .

1. táblázat A szik (Sz1-Sz7) és lösz (L1-L3) magkeverékkel gyepesített szántók kétszikű fitomassza tömegeinek korrelációja az egyszikű és avar frakciókkal ( $r$  -értékek,  $N=30$ ). Spearman-féle nem parametrikus rangkorreláció, félkövér kiemelés - szignifikáns kapcsolat ( $p < 0,05$ ).

Table 1. Correlation between biomass of herbs and that of graminoids and litter in the fields sown with alkali (Sz1-Sz7) and loess (L1-L3) seed mixtures ( $r$  values,  $N=30$ ). Spearman non-parametric rank correlation, significant correlations are indicated by emboldening ( $p < 0,05$ ).

	Sz1	Sz2	Sz3	Sz4	Sz5	Sz6	Sz7	L1	L2	L3
	Kétszikű fitomassza									
Vetett egyszikű	0,02	-0,16	-0,07	<b>-0,60</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,45</b>	<b>-0,71</b>	-0,09	<b>-0,55</b>	<b>-0,44</b>
Nem vetett egyszikű	<b>-0,42</b>	<b>0,68</b>	<b>0,45</b>	-0,25	0,24	0,15	-0,16	<b>0,60</b>	<b>0,46</b>	<b>0,44</b>
Avar	0,03	<b>-0,53</b>	-0,32	<b>-0,65</b>	<b>-0,50</b>	-0,25	<b>-0,56</b>	<b>-0,46</b>	-0,18	-0,05



## Megvitatás

### Fajösszetétel és diverzitás

A gyepesítést követő első évben kétszikű gyomközösség jelent meg minden gyepesített szántón, hasonlóan a korábbi vizsgálatokhoz (MANCHESTER et al. 1999, LEPSZ et al. 2007, TÖRÖK et al. 2010). A korai gyomközösséget már a második évben egy vetett fűfajok által dominált sűrű vegetáció váltotta fel. A gyomok visszaszorulásában az alábbi okok játszottak szerepet: (1) csökkentek a gyomfajok csírázási esélyei a megnőtt borítású fűvegetáció nagyobb mértékű árnyékolása és a felhalmozódott avar miatt (ERIKSSON 1995); (2) az évelő fűvek kompetíciója kiszorította a gyomfajokat (MACMAHON 1998), (3) a júniusi kaszálás miatt a legtöbb gyomfaj nem tudott magot érlelni, ami feltehetően a lokális popagulum-készletük csökkenését okozta (TÖRÖK et al. 2008a).

Számos gyepesített szántón a gyepesítést követő harmadik évben jelentős volt a *C. arvense* borítása. Szintén Egyek-Pusztakócson, korábbi lucernások helyén, azonos módszerrel végzett gyeprekonstrukció során azonban a *C. arvense* nem vagy csak igen kis borítással fordult elő (TÖRÖK et al. 2010). Ezzel szemben, túlnyomóan gabonatóblák helyén végzett gyeprekonstrukciós vizsgálatokban, számos esetben ez volt az egyik legnagyobb borítással megjelenő faj (LAWSON et al. 2004, CRITCHLEY et al. 2006). Az általunk áttekintett publikációkban a *C. arvense* kivétel nélkül a gabona előtörténetű gyepesített szántókon fordult elő, mint tömeges gyom. Vizsgálatunkban napraforgó és gabonatóblákon végzett gyepesítésekben is előfordult. A faj borítása az egyes területeken eltérő irányba változott: három gyepesített szántón a *C. arvense* borítása évről évre nőtt, egy területen pedig csökkent. A nemzetközi irodalomban mindkét irányú változásra van példa. McLACHLAN és KNISPEL (2005) vizsgálatában a faj az idősebb spontán regenerálódó területeken volt a leggyakoribb. Míg egy másik vizsgálatban azt találták, hogy a talajbolygatás elmaradását követően a *C. arvense* bizonyos idő elteltével visszaszorul (ŠTOLCOVÁ 2002). A gyepesítést követő évhez képest a második és harmadik évben jelentősen csökkent a vegetáció fajszáma és diverzitása; az idő előrehaladtával a közösségek egyre homogénebbé váltak. A diverzitás csökkenését ebben az esetben kedvezőnek értékelhetjük, mivel ezt a homogenizációt a vetett fűvek borításnövekedésével párhuzamosan a gyomok fajszámának és borításának csökkenése okozza.

### A gyepesedés sebessége

Eredményeink azt mutatják, hogy már a második évre létrejött egy zárt, vetett fűfajok által dominált gyepterület. Sikertelenül létrehozni a természetes gyepekben gyakori fűfajokból egy olyan vázközösséget, amely kiindulópontja lehet az eredeti, természetes vegetációhoz hasonló szikes- és löszgyepek kialakulásának. Ezek az eredmények összhangban állnak más gyepesítési vizsgálatok eredményeivel (MANCHESTER et al. 1999, VAN DER PUTTEN et al. 2000, McLACHLAN és KNISPEL 2005, LEPSZ et al. 2007, TÖRÖK et al. 2010). Magkeveréktől függetlenül a vetett fajok közül a természetes gyepekben gyakori *Festuca* fajok fordultak elő a legnagyobb borítással a második és harmadik évben, ami előnyös a gyepek helyreállítása szempontjából. Egyek-Pusztakócson korábbi lucernások helyén azonos módszerrel végzett gyeprekonstrukció során más dominancia-viszonyokat tapasztaltak a vetett fűvek esetében (TÖRÖK et al. 2010). Ebben a vizsgálatban szik magkeverékkel gyepesített területeken a *Poa angustifolia* rendelkezett mindhárom évben a legnagyobb



borítással. A lösz magkeverékkel gyepesített területeken a második évben a *Bromus inermis* és a *Poa angustifolia* volt jelen a legnagyobb borítással; a *Festuca rupicola* csak a harmadik évre vált dominánssá (TÖRÖK et al. 2010).

### Fitomassza

A kétszikűek fitomasszája főként a gyomok visszaszorulásának következtében már a második évben erőteljesen lecsökkent. Egyes vizsgálatok a gyomok visszaszorulását az összfitomassza mennyiségének növekedésével hozzák összefüggésbe (VAN DER PUTTEN et al. 2001). Az összfitomassza növekedését esetünkben az avar és a vetett fű frakció növekedése eredményezte, így a gyomok visszaszorulásának legfontosabb oka feltételezhetően az élő fűvek és az avar mennyiségének növekedése volt (REES és LONG 1992). A gyepesítés során jelentkező avar-felhalmozódást más vizsgálatokban is megfigyelték (FOSTER et al. 2007, LEPSŠ et al. 2007). Számos vizsgálat kimutatta, hogy az avar mennyiségének növekedése negatívan befolyásolta a kétszikűek fitomasszájának változását (WHEELER és SHAW 1991, JENSEN és MEYER 2001, DEÁK és TÓTHMÉRÉSZ 2007). Az avar-felhalmozódás következtében a talajfelszín fény-ellátottsági viszonyai romlanak (BOBBINK et al. 1989) és ennek következtében csökkennek a gyomfajok csírázási (ERIKSSON 1995) illetve túlélési esélyei (TILMAN 1993).

### Természetvédelmi következtetések

Az alacsony diverzitású magkeverékkel történő gyepesítés gyors és hatékony módszer. A gyepesített szántókon élő fűvek által dominált féltermészetes gyepek jöttek létre, amelyekben már megindult a szikes- és löszgyepekre jellemző fajok spontán betelepülése. Ezt a folyamatot azonban nehezíti a kialakult magas záródású, kompetitor fűvek által dominált vegetációban jellemző mikro-élőhely limitáltság (ODUM 1969, TÖRÖK et al. 2008b), azaz a nyílt foltok hiánya, ahol további fajok megtelepedhetnek (HARPER 1977, COULSON et al. 2001). Szintén szerepet játszhat ebben a propagulum limitáltság, mivel a tartós művelés során a természetes gyepekre jellemző fajoknak a lokális magkészlete megritkul, vagy eltűnik (HUTCHINGS és BOOTH 1996, MANCHESTER et al. 1999) és a terjedésük is korlátozott (VAN DER VALK és PEDERSON 1989), ami a propagulum forrásoktól való nagy távolságból (SIMMERING et al. 2006, FOSTER et al. 2007) valamint a terjesztő vektorok hiányából is adódhat (STRYKSTRA et al. 1997, BONN és POSCHLOD 1998, RUPRECHT 2006).

Ezért hasznos lehet a célfajok magjainak aktív bejuttatása a gyepesített szántókra. A célfajok propagulumait többféle módon is bejuttathatjuk a területre. Az általunk helyreállított és vizsgált gyepek esetében az egyik legkézenfekvőbb megoldás, ha a legelő állatok általi terjesztésre támaszkodunk (COULSON et al. 2001). Ennek során érdemes olyan napi ritmusban legeltetni, hogy az állatok a természetközeli gyepekről menjenek a gyepesített területekre (DEÁK et al. 2008). A kísérőfajok propagulumait célzott magvetéssel is bejuttathatjuk a területre (ZEITER et al. 2006), de célszerűbb és egyszerűbb lehet, ha szénaráfordást alkalmazunk, mert így több faj közeli termőhelyekről származó propagulumai kerülhetnek be a területre (HÖLZEL és OTTE 2003). A helyesen megválasztott kezeléssel (pl. megfelelő legeltetés és/vagy kaszálás) kialakíthatóak a megtelepedésre alkalmas mikro-élőhelyek a vegetációban (BOCK és BOCK 1993).

Arövid életű gyomfajoktól eltérően a *C. arvense* még a harmadik évben is több területen nagy borítással volt jelen. Ez a faj jó kompetíciós képességekkel rendelkezik és klonális

terjedése miatt irtása nehezen kivitelezhető (DONALD 1990). Más gyeprekonstrukciós vizsgálatokban azt találták, hogy a magvetéses gyepesítés hatékony a *C. arvense* visszaszorításában; magkeverék vetését követően jelentősen kisebb arányban fordult elő, mint spontán regenerálódó szántókon (LAWSON et al. 2004, CRITCHLEY et al. 2006). Megoldás lehet a több éven keresztül alkalmazott évi többszöri kaszálás vagy szárazzás. Lényeges lehet az első kaszálás megfelelő időzítése is. Vizsgálataink eredményei azt mutatják, hogy június elején történő, magérés előtti kaszálással hosszabb távon eredményesen visszaszorítható a faj (LAWSON et al. 2004, DEÁK et al. 2008). A hagyományos, szikes gyepeken elterjedt kizárólag szarvasmarhával vagy csak birkával történő tartós és egyenletes szabad- vagy a szabad láb alóli legeltetési módszerek alkalmazása a fűvek visszaszorulása miatt növelheti a mezei aszat borítását. Célszerűbb irányított váltott, pányvás vagy szakaszos legeltetést alkalmazni, így elősegíthető a magasabb intenzitású legelés azokon a helyeken, ahol nagy az aszat borítása. DE BRUIJN és BORK (2006) arról számoltak be, hogy a mezei aszat visszaszorítása során a leghatásosabb, ha mintegy kéthavonta szarvasmarhák, kecskék vagy birkák tövig lerágják a növényzetet azokon a helyeken, ahol az aszat nagy borításban van jelen. Ez utóbbi beavatkozás azonban csak akkor javasolható, ha megbizonyosodtunk arról, hogy a talajban csak kis sűrűségben vannak jelen a korábbi stádiumokra jellemző gyomok magjai. Ellenkező esetben ez a kezelés az aszat visszaszorítása mellett egyéb gyomfajok előretörését okozhatja.

#### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik a terepi és laboratóriumi munkában nyújtott segítségét Mikecz Emesének, Tasnády Szabolcsnak, Tatár Bernadettnek és Tóth Katalinnak. Köszönetünket fejezzük ki Gál Lajosnak, Lontay Lászlónak, Lukács Balázsnak, és Kapocsi Istvánnak munkánk során nyújtott segítségükért, hasznos tanácsaikért. A projektet az EU LIFE Nature programja, az OTKA-Norvég Finanszírozási Mechanizmus (NNF78887) és a KvVM támogatta.

#### Irodalom

- BOBBINK R., DEN DUBBELDEN K., WILLEMS J. H. 1989: Seasonal dynamics of phytomass and nutrients in chalk grassland. *Oikos* 55: 216–224.
- BOCK C., BOCK J. 1993: Cover of perennial grasses in Southeastern Arizona in relation to livestock grazing. *Conservation Biology* 7: 371–377.
- BONN S., POSCHLOD P. 1998: Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Quelle és Meyer Verlag, Wiesbaden.
- BOSSHARD A. 1999: Renaturierung artenreicher Wiesen auf nährstoffreichen Böden. J. Cramer, Berlin.
- DE BRUIJN S. L., BORK E. W. 2006: Biological control of Canada thistle in temperate pastures using high density rotational grazing. *Biological Control* 36: 305–315.
- COULSON S. J., BULLOCK J. M., STEVENSON M. J., PYWELL R. F. 2001: Colonization of grassland by sown species: dispersal versus microsite limitation in responses to management. *Journal of Applied Ecology* 38: 204–216.
- CRITCHLEY C.N.R., FOWBERT J.A., SHERWOOD A.J., PYWELL R.F. 2006: Vegetation development of sown grass margins in arable fields under a countrywide agri-environment scheme. *Biological Conservation* 132: 1–11.
- DEÁK B., TÓTHMÉRÉSZ B. 2007: A kaszálás hatása a Hortobágy Nyírőlapos csetkákás társulásában. *Természetvédelmi Közlemények* 13: 179–186.
- DEÁK B., TÖRÖK P., KAPOCSI I., LONTAY L., VIDA E., VALKÓ O., LENGYEL SZ., TÓTHMÉRÉSZ B. 2008: Szik- és löszgyep-rekonstrukció vázfajokból álló magkeverék vetésével a Hortobágyi Nemzeti park területén (Egyek-Pusztakócs). *Tájékológiai Lapok* 6: 323–332.
- DONALD W. W. 1990. Management and control of Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Reviews of Weed Science* 5: 193–250.

- ERIKSSON O. 1995: Seedling recruitment in deciduous forest herbs: the effects of litter, soil chemistry and seed bank. *Flora* 190: 65–70.
- FOSTER B. L., MURPHY C. A., KELLER K. R., ASCHENBACH T. A., QUESTAD E. J., KINDSCHER K. 2007: Restoration of prairie community structure and ecosystem function in an abandoned hayfield: a sowing experiment. *Restoration Ecology* 15: 652–661.
- HARPER J. 1977: Population biology of plants. Academic Press, London.
- HÖLZEL N., OTTE A. 2003: Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. *Applied Vegetation Science* 6: 131–140.
- HUTCHINGS M. J., BOOTH K. D. 1996: Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. I. The potential roles of the seed bank and the seed rain. *Journal of Applied Ecology* 33: 1171–1181.
- JENSEN K., MEYER C. 2001: Effects of light competition and litter on the performance of *Viola palustris* and on species composition and diversity of an abandoned fen meadow. *Plant Ecology* 155: 169–181.
- JONGEPIEROVÁ L., MITCHLEY J., TZANOPOULOS J. 2007: A field experiment to recreate species rich hay meadows using regional seed mixtures. *Biological Conservation* 139: 297–305.
- LAWSON C. S., FORD M. A., MITCHLEY J. 2004: The influence of seed addition and cutting regime on the success of grassland restoration on former arable land. *Applied Vegetation Science* 7: 259–266.
- LEGENDRE P., LEGENDRE L. 1998: Numerical Ecology. Elsevier, Amsterdam.
- LEPŠ J., DOLEŽAL J., BEZEMER T. M., BROWN V. K., HEDLUND K., IGUAL A. M., JØRGENSEN H. B., LAWSON C. S., MORTIMER S. R., PEIX G. A., RODRÍGUEZ B. C., SANTA R. I., ŠMILAUER P., VAN DER PUTTEN W. 2007: Long-term effectiveness of sowing high and low diversity seed mixtures to enhance plant community development on ex-arable fields. *Applied Vegetation Science* 10: 97–110.
- LUKEN J. O. 1990: Directing ecological succession. Chapman and Hall, New York.
- MACMAHON J. A. 1998: Empirical and theoretical ecology as a basis for restoration: an ecological success story. In: Pace M. L., Groffmann P. M. (szerk.): Success, Limitations and Frontiers in Ecosystem Science. Springer-Verlag, New York. pp. 220–246.
- MANCHESTER S. J., McNALLY S., TREWEEK J. R., SPARKS T. H., MOUNTFORD J. O. 1999: The cost and practicality of techniques for the reversion of arable land to lowland wet grassland – an experimental study and review. *Journal of Environmental Management* 55: 91–109.
- McLACHLAN S.M., KNISPEN A. L. 2005: Assessment of long-term tallgrass prairie restoration in Manitoba, Canada. *Biological Conservation* 124: 75–88.
- MOLNÁR A. 2004: A Hortobágy éghajlati jellemzői. In: Ecsedi Z. (szerk.): A Hortobágy madárvilága. Hortobágy Természetvédelmi Egyesület, Winter Fair, Balmazújváros, Debrecen. pp. 39–43.
- ODUM E. P. 1969: The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262–270.
- PAKEMAN R. J., PYWELL R. F., WELLS T. C. E. 2002: Species spread and persistence: implications for experimental design and habitat re-creation. *Applied Vegetation Science* 5: 76–86.
- PIPER J. K., SCHMIDT E. S., JANZEN A. J. 2007: Effects of species richness on resident and target species components in a prairie restoration. *Restoration Ecology* 15: 189–198.
- VAN DER PUTTEN W. H., MORTIMER S. R., HEDLUND K., VAN DIJK C., BROWN V. K., LEPS J., RODRIGUEZ-BARRUECO C., ROY J., DIAZ LEN T. A., GORMSEN D., KORTHALS G. W., LAVOREL S., SANTA REGINA I., SMILAUER P. 2000: Plant species diversity as a driver of early succession in abandoned fields: a multi-site approach. *Oecologia* 124: 91–99.
- PYWELL R. F., BULLOCK J. M., HOPKINS A., WALKER K. J., SPARKS T. H., BURKE M. J. W., PEEL S. 2002: Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. *Journal of Applied Ecology* 39: 294–309.
- REES M., LONG M. J. 1992: Germination biology and the ecology of annual plants. *American Naturalist* 139: 484–508.
- RUPRECHT E. 2006: Successfully recovered grassland: a promising example from Romanian old-fields. *Restoration Ecology* 14: 473–480.
- SIMMERING D., WALDHARDT R., OTTE A. 2006: Quantifying determinants contributing to plant species richness in mosaic landscapes: a single- and multi-patch perspective. *Landscape Ecology* 21: 1233–1251.
- ŠTOLCOVÁ J. 2002: Secondary succession on an early abandoned field: Vegetation composition and production of biomass. *Plant Protection Science* 38: 149–154.
- STRYKSTRA R. J., VERWEIJ G. L., BAKKER J. P. 1997: Seed dispersal by mowing machinery in a Dutch brook valley system. *Acta Botanica Neerlandica* 46: 387–401.
- TILMAN D. 1993: Species richness of experimental productivity gradients: how important is colonization limitation? *Ecology* 74: 2179–2191.
- TÖRÖK P., DEÁK B., VIDA E., LONTAY L., LENGYEL SZ., TÓTHMÉRÉSZ B. 2008a: Tájléptékű gyeprekonstrukció

- lőszös és szikes fűmag-keverékekkel a Hortobágyi Nemzeti Park (Egyek-Pusztakócs) területén. Botanikai Közlemények 95: 115–125.
- TÖRÖK P., KELEMEN A., VALKÓ O., MIGLÉCZ T., VIDA E., DEÁK B., LENGYEL SZ., TÓTHMÉRÉSZ B. 2008b: Avarfelhalmozódás szerepe a vegetáció gyepesítést követő dinamikájában. Természetvédelmi Közlemények (in press).
- TÖRÖK P., DEÁK B., VIDA E., VALKÓ O., LENGYEL SZ., TÓTHMÉRÉSZ B. 2010: Restoring grassland biodiversity: sowing low-diversity seed mixtures can lead to rapid favourable changes. Biological Conservation 143: 806–812.
- VAN DER VALK A. G., PEDERSON R. L. 1989: Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. In: Leck M. A., Parker V. T., Simpson R. L. (szerk.): Ecology of soil seed banks. Academic Press, San Diego, pp. 329–346.
- VIDA E., TÖRÖK P., DEÁK B., TÓTHMÉRÉSZ B. 2008: Gyepek létesítése mezőgazdasági művelés alól kivont területeken: a gyepesítés módszereinek áttekintése. Botanikai Közlemények 95: 101–113.
- WAGNER K. I., GALLAGHER S. K., HAYES M., LAWRENCE B. A., ZEDLER J. B. 2008: Wetland Restoration in the New Millennium: Do Research Efforts Match Opportunities? Restoration Ecology 16: 367–372.
- WARREN J., CHRISTAL A., WILSON F. 2002: Effects of sowing and management on vegetation succession during grassland habitat restoration. Agriculture, Ecosystems and Environment 93: 393–402.
- WHEELER B. D., SHAW S. C. 1991: Above-ground crop mass and species richness of the principal types of herbaceous rich-fen vegetation of lowland England and Wales. Journal of Ecology 79: 285–301.
- ZAR J. H. 1999: Biostatistical analysis. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- ZETTER M., STAMPELI A., NEWBERY D. M. 2006: Recruitment limitation constrains local species richness and productivity in dry grassland. Ecology 87: 942–951.

#### GRASSLAND RESTORATION WITH SOWING OF LOW-DIVERSITY SEED MIXTURES IN FORMER SUNFLOWER AND CEREAL FIELDS

O. VALKÓ<sup>1</sup>, E. VIDA<sup>1</sup>, A. KELEMEN<sup>1</sup>, P. TÖRÖK<sup>1</sup>, B. DEÁK<sup>2</sup>, T. MIGLÉCZ<sup>1</sup>,  
SZ. LENGYEL<sup>1</sup>, B. TÓTHMÉRÉSZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Ecology, University of Debrecen, H- 4010 Debrecen, P.O. Box 71.

<sup>2</sup>Hortobágy National Park Directorate, H-4024 Debrecen, Sumen út 2.

**Keywords:** seed sowing, weed suppression, alkali grasslands, loess grasslands, *Cirsium arvense*

**Summary:** Sowing seed mixtures is a useful technique in grassland restoration in former arable fields. We studied the early vegetation dynamics of former croplands (sunflower and cereal fields) sown with low diversity seed mixtures (composed of 2 or 3 native grass species) in Egyek-Pusztakócs, Hortobágy, East-Hungary. In 10 restored fields the percentage cover of vascular plants was recorded in 4 permanent plots per field between 2006 and 2009. There were collected 10 aboveground biomass samples per field in June in every year. The target grasslands selected for baseline vegetation reference were alkali (*Achilleo setaceae-Festucetum pseudovinae*) and loess grasslands (*Salvio nemorosae-Festucetum rupicolae*). We addressed three questions: (i) How effective is the sowing of low-diversity seed mixtures on the species richness and diversity of short-lived weedy species? (ii) How fast is the establishment of a perennial grass dominated vegetation after sowing low diversity seed mixtures? (iii) How influence the sowing of low diversity seed mixtures the short term biomass dynamics of short-lived species? Weedy species were characteristic in the first year after sowing. In the second and third year their cover and species richness decreased. From the second year onwards the cover of perennial grasses increased. The immigration of species characteristic to the reference grasslands was also detected. However, the noxious perennial weed, *Cirsium arvense*, was abundant in four sown fields even in the third year. The biomass of sown grasses and the litter increased significantly by the third year after sowing. The biomass of herbs decreased significantly from year to year due to the decline of cover of short-lived weedy species. Our results suggest that sowing low-diversity seed mixtures is effective in the suppression of short-lived weedy species. In case of *Cirsium arvense* further management is needed (e.g. mowing multiple times a year, early mowing).